

統計力学 II 演習問題

2009年1月6日

[1] 格子振動の Einstein 模型は、量子化された振動（フォノン）のエネルギー E が

$$E = \varepsilon_0 \quad (1)$$

と一定値 $\varepsilon_0 > 0$ を取るというモデルである。

(a) フォノンの状態密度 $D(\varepsilon)$ は、固体中の原子の総数を N として、総和則

$$\int_{-\infty}^{\infty} D(\varepsilon) d\varepsilon = 3N \quad (2)$$

を満足する。Einstein 模型の状態密度 $D(\varepsilon)$ を求めよ。

(b) Einstein 模型における Debye 温度 T_D の表式を求めよ。

(c) Einstein 模型の内部エネルギー U の表式を T_D を用いて表せ。

(d) Einstein 模型の熱容量 $C = \partial U / \partial T$ の表式を求めよ。また、高温 $T \gg T_D$ と低温 $T \ll T_D$ における C の温度依存性を解析的に表せ。

(e) $C/3Nk_B$ の概形を $0 \leq T/T_D \leq 2$ についてグラフに描け。